

УДК 621.791.927.7

**Ч. Пулька д-р. техн. наук, проф., М. Михайлишин канд. фіз. мат. наук, проф.,
В. Сенчишин, М. Шарик, В. Гаврилюк**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**КЕРУВАННЯ ЗАЛИШКОВИМИ ПЕРЕМІЩЕННЯМИ ПРИ ІНДУКЦІЙНОМУ
НАПЛАВЛЕННІ ТОНКИХ СТАЛЕВИХ ДИСКІВ**

Ch. Pulka, Dr., Prof., M. Myhalishyn Ph. D., Prof., V. Senchyshyn, M. Sharyk, V. Gavrilyuk

**RESIDUAL DISPLACEMENTS CONTROL IN INDUCTION SURFACING OF THIN
STEEL DISCS**

В процесі індукційного наплавлення робочої кромки металевих конструкцій (тонких сталевих дисків суцільної або зубчатої форми) товщиною 2...5мм зносостійкими порошкоподібними твердими сплавами в готовій деталі виникають залишкові напруження і переміщення, які приводять до зміни конструктивних розмірів деталі. Залишкові переміщення залежать від геометричних розмірів диска, товщини шару наплавляючого металу та фізико-механічних характеристик відповідно основного та наплавляючого матеріалів. З метою отримання деталей із заданою характеристикою виробу, виникає необхідність в розробленні математичної моделі протікання всіх стадій процесу наплавлення та охолодження.

Напруження та переміщення зумовлені різними причинами. Найважливішою є та, що матеріали основного та наплавленого шарів металу мають різні механічні та теплофізичні властивості і перш за все коефіцієнти температурного розширення α_t . При напавленні бажано щоби ці коефіцієнти були максимально наближені один до одного.

Проблемі теоретичного визначення залишкових деформацій, переміщень та напружень, що виникають в результаті наплавлення кромки тонких пластин або зварювання, присвячено цілий ряд досліджень [1-2]. Основною особливістю роботи [1] є те що розглядаються прямокутні пластини з прямолінійною кромкою. В роботах [1,2] запропоновано числові методи розрахунку зварних деформацій і напружень на основі загальних фізичних співвідношень термопластичності і повзучості, причому не враховуються згинні деформації в пластинах. В роботі [2] пропонується інженерна методика визначення осесиметричних залишкових напружень в круглому диску, зовнішня кромка якого напавлена рівномірно по всій товщині і по довжині.

В публікації [4] авторами розроблена математична модель, яка дозволяє визначати поля залишкових напружень, деформацій та переміщень, які виникають в процесі індукційного наплавлення тонких сталевих дисків в

залежності від геометричних розмірів дисків і наплавленого шару металу, а також механічних та теплофізичних їх характеристик.

Проведені експериментальні дослідження по наплавленню дисків, виготовлених із сталі Ст.3 наплавленого сплаву ПГ-С1 товщиною 0.8...1.5 мм показали, що прогини дисків достатньо добре узгоджуються з прогинами які отримані аналітично-числовим методом. Максимальне відхилення прогину складає до 10%.

В роботі [5] також досліджено той факт, що для багатьох матеріалів в досить широкому діапазоні зміни температури добуток модуля пружності і коефіцієнта температурного розширення основного і наплавлюваного металу $E \cdot \alpha T = \text{const}$ і на цій основі отримано спрощені розрахункові формули з побудовою відповідних алгоритмів для визначення залишкових напружень та переміщень.

На основі отриманих результатів можливе керування залишковими переміщеннями (прогинами) ножів-гичкорізів з метою отримання виробів з заданими експлуатаційними та геометричними характеристиками, (за рахунок різних значень градієнтів температур по радіусу диска).

Література.

1. Великоиваненко Е.А., Махненко В.И. Численное решение плоской задачи теории неізотермического пластического течения применительно к сварочному нагреву, «Физика и химия обработки материалов»,- №4,- 1968.- С. 81-96.
2. Шаблій О.Н., Михайлишин М.С. Определение полей остаточных перемещений, деформаций и напряжений возникающих в результате наплавки тонкой пологой конической оболочки., «Математические методы и физико-механические поля»,- №7,- 1978.- С. 90-95.
3. Сварные строительные конструкции: В 3т. Т. 1. Основы проектирования конструкций/ Под ред. Л.М. Лобанова. К.: Наук. думка,- 1993.-416 с.
4. О.Шаблій, М.Михайлишин, В.Михайлишин, Ч.Пулька. Математичне моделювання виникнення залишкових напружень, деформацій та переміщень при індукційному наплавленні тонких сталевих дисків// Вісник Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя,- 1998.-Т.3. Число 4,-С.5-12.
5. Пулька Ч.В. Технологічна та енергетична ефективність індукційного наплавлення тонких сталевих дисків: дис. ... доктора техн. наук: 05.03.06 / Пулька Чеслав Вікторович –К.,- 2006.-368 с.